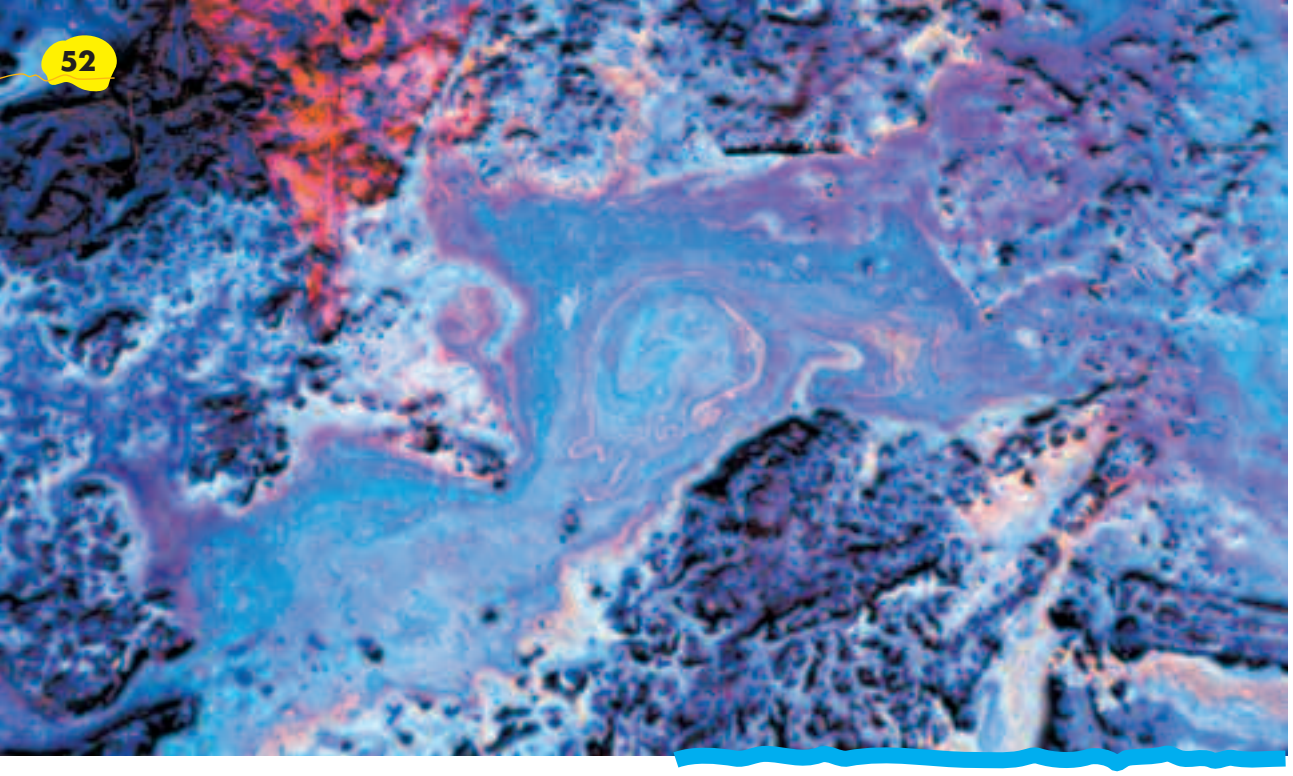
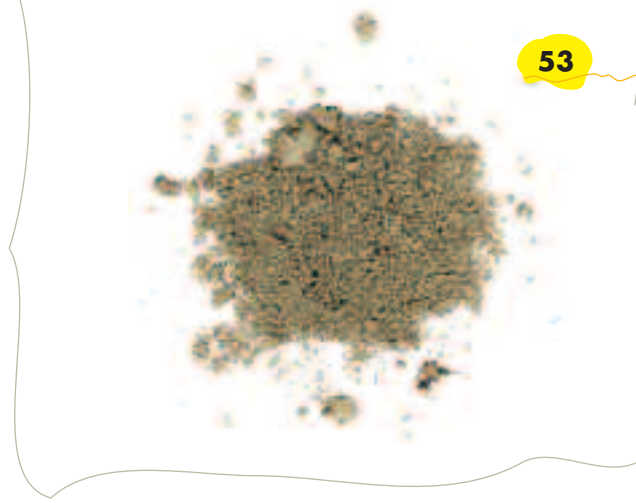




SOLS ET SOUS-SOLS

Generalites

1. Definition
2. Categories de sols pollues

Reglementation

Gestion des sites pollues

1. Les impacts

Fiche repere : Les inventaires nationaux dans le domaine des sites et sols pollues

2. Les outils methodologiques

- 2.1. Le diagnostic initial
- 2.2. L'**E**valuation **S**implifiee des **R**isques (ESR)
- 2.3. L'**E**valuation **D**etaillee des **R**isques (EDR)

Les Traitements

1. Les differentes categories de traitement
2. Les procedes de depollution

Généralités

Les sols sont le support de l'activite industrielle et par consequent, sont le receptacle de ses diverses emissions. Par infiltration, ces pollutions peuvent atteindre les nappes phreatiques. Il est donc necessaire de mettre en place des moyens afin de lutter contre cette pollution pendant l'activite industrielle, mais aussi de rehabiliter le sol lorsque l'activite cesse.

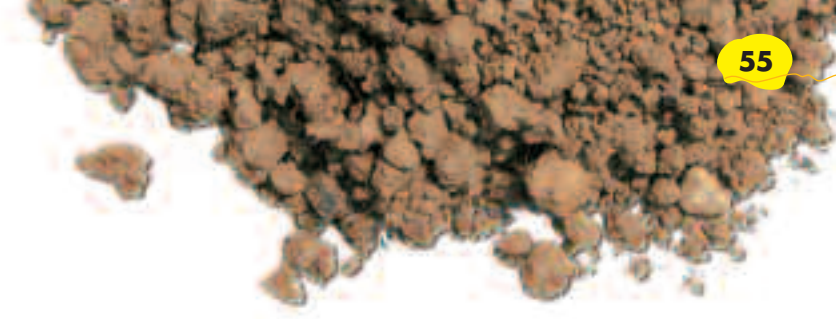
1 Definition

Un **site pollué** est un site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltrations de substances polluantes, présente une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement, au regard de l'utilisation future que l'on envisage pour le site. Cette pollution qui résulte de l'activité industrielle peut concerner le sol, le sous-sol, mais aussi les eaux souterraines.

2 Categories de sols pollues

Il existe ***trois grandes catégories de sites pollués*** :

- les anciennes décharges réalisées sans respecter la réglementation actuelle : l'absence de géomembrane ou une couche géologique mal adaptée peuvent rendre le site perméable ; la pollution des eaux souterraines y est alors fréquente,
- les dépôts de déchets ou de produits chimiques, abandonnés à la suite de faillites d'entreprises ou résultant de pratiques frauduleuses d'importation ou d'élimination de déchets ou mis en place alors que la réglementation actuelle n'était pas en vigueur (crassier et décharges internes par exemple),
- les sols pollués par des retombées, des infiltrations ou des déversements de substances polluantes, liés à l'exploitation passée ou présente d'une installation industrielle ou encore à un accident de transport.



En terme d'occurrence, ***les principaux polluants*** rencontrés seuls ou en mélange, sont les suivants : hydrocarbures, **H**ydrocarbures **A**romatiques **P**olycycliques (HAP), plomb, zinc, solvants halogénés, chrome, cuivre, arsenic, nickel et cadmium.

Activités	Polluants générés
Epandage de boues d'épuration urbaines ou industrielles, de lisier	Nitrates, phosphates, métaux lourds
Utilisation de pesticides, herbicides	Molécules plus ou moins persistantes
Industrie	Métaux lourds, hydrocarbures, acides, solvants, goudrons, substances radioactives, autres molécules plus ou moins persistantes
Retombées de pollution atmosphérique urbaine ou industrielle	Métaux lourds, dioxines, acides...
Stockage d'hydrocarbures (station-service, dépôt pétrolier...)	Hydrocarbures
Décharges	Métaux lourds, micro-organismes, acides, produits chimiques divers dans le cas de déchets industriels
Dépôts de munitions, champs de bataille	Molécules complexes et persistantes

On distingue ***deux grands types de pollution*** :

- les pollutions **localisées** qui sont caractérisées par la présence ponctuelle de fortes concentrations de substances dangereuses non confinées dans les sols et sous-sols : il s'agit alors de site localement contaminé,
- les pollutions **diffuses** issues de la dispersion, puis de l'accumulation de substances dangereuses sur d'importantes surfaces de sols : on a alors un site uniformément contaminé.

Réglementation

Récemment insérée dans le Code de l'environnement (***loi* 2003-699 *du* 30 *juillet* 2003**) aux ***articles L*.512-17 à 19, *L*.516-2 *et L*.541-3**, la problématique des sites et sols pollués reste très peu réglementée.

***L'article* 34-1 *du décret* 77-1133** fait mention d'une éventuelle dépollution des sols et des eaux souterraines pour les installations classées soumises à autorisation et mises à l'arrêt définitif.

De même ***l'arrêté du* 2 *février* 1998** exige (***article* 65**), pour certaines installations, la surveillance des eaux souterraines en mettant en place notamment des puits ou encore en effectuant des prélèvements dans la nappe. En cas de pollution de la nappe, le préfet doit être informé et des mesures doivent être mises en place. De plus, l'***article* 66** de l'arrêté précité, impose une surveillance des sols dès lors que l'installation présente des risques de pollution. Un arrêté doit définir l'emplacement et la fréquence des prélèvements.

En absence de réglementation propre, des mesures ont été prises via des circulaires notamment celle du **3 *décembre* 1993**, qui fixe la politique de réhabilitation des sites pollués ainsi que la méthodologie à suivre pour l'élaboration des évaluations simplifiées et détaillées des risques (ESR et EDR) et également pour les travaux de réhabilitation.

La ***loi* 2003-699 *du* 30 *juillet* 2003**, relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages, introduit les notions suivantes :

Exploitation en activité

Tant qu'une entreprise est en activité, elle est soumise à la législation des ICPE ou au règlement sanitaire si elle ne fait pas partie des installations classées. Désormais, la capacité de remise en état du site qui doit être effectuée par l'exploitant, est prise en compte lors de l'étude de la demande d'autorisation.

L'exploitant doit néanmoins tenir à jour l'état du site, et mentionner les changements notables des conditions d'exploitation (capacités techniques et financières) ; cet état doit être transmis au préfet avant leur réalisation.

Par ailleurs, si l'état du sol génère des pollutions des eaux souterraines, une action sera demandée par l'administration.

Changement d'exploitant

Tout exploitant qui vend son site est tenu de le remettre dans un état compatible avec la nouvelle activité ou, à défaut, d'informer le repreneur de la responsabilité environnementale qu'il acquiert. De plus, il doit fournir lors de la promesse de vente, le dernier état du site qui a été réalisé, de manière à ce que le futur propriétaire soit informé des éventuelles pollutions du sol.

Cessation d'activité

Le décret n° 2005-1170 du 13 septembre 2005 clarifie le cadre juridique :

- **en établissant des objectifs de remise en état** lors de l'arrêt définitif de l'installation, complétés si besoin par des prescriptions complémentaires.

Concernant les installations ayant cessé leur activité avant le 1er octobre 2005, les travaux complémentaires devront permettre d'assurer un usage comparable à celui de la dernière période d'exploitation.

- **en établissant une procédure de fixation de l'usage futur du site**

Cette procédure diffère selon qu'il s'agit d'une installation implantée sur un site nouveau ou d'installations existantes.

Pour les installations soumises à autorisation implantées sur un site nouveau, l'arrêté d'autorisation fixe l'état dans lequel devra être remis le site lors de l'arrêt définitif de l'installation. Le préfet doit tenir compte de l'avis du propriétaire, du maire, et du président de l'Etablissement public de coopération intercommunale pour déterminer l'objectif de remise en état du site.

Lorsque le degré de remise en état n'est pas fixé par l'arrêté d'autorisation, c'est au terme d'une procédure de consultation que sera défini l'usage futur du site, impliquant l'exploitant, le propriétaire, le maire, le président de l'EPCI et le préfet.

L'exploitant doit adresser au préfet le mémoire de réhabilitation pour la remise en état du site. Ce document sert de base de travail au préfet pour définir les travaux à effectuer pour réhabiliter le site.

Une fois les travaux effectués par l'exploitant, un inspecteur des installations classées les validera et transmettra un procès-verbal au préfet, au maire, au propriétaire et au président de l'EPCI. Ce document attestera de la conformité de la remise en état du site et dégagera l'exploitant de sa responsabilité en cas de contestation.

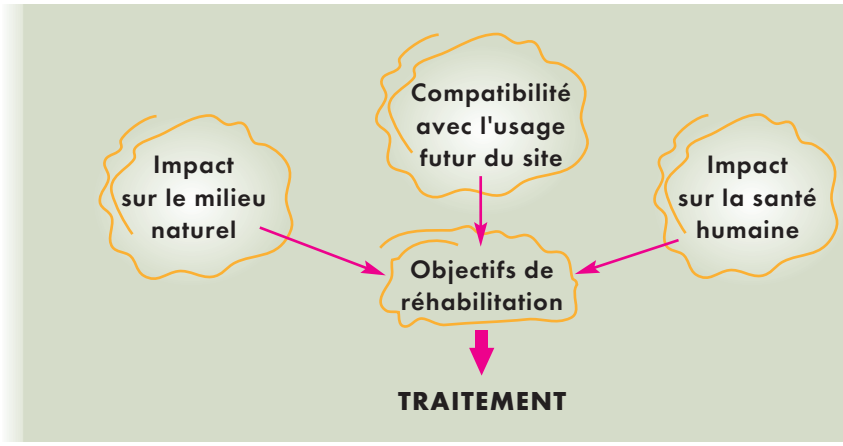
Gestion des sites pollués

1 Les impacts

Ce n'est pas la présence d'un polluant dans le sol qui est la plus problématique, mais le fait que ce polluant est mobilisable et peut donc avoir un impact sur l'environnement et sur la santé humaine.

En effet, certains polluants migrent aisément vers les nappes d'eau souterraines, qui deviennent alors impropres à la consommation.

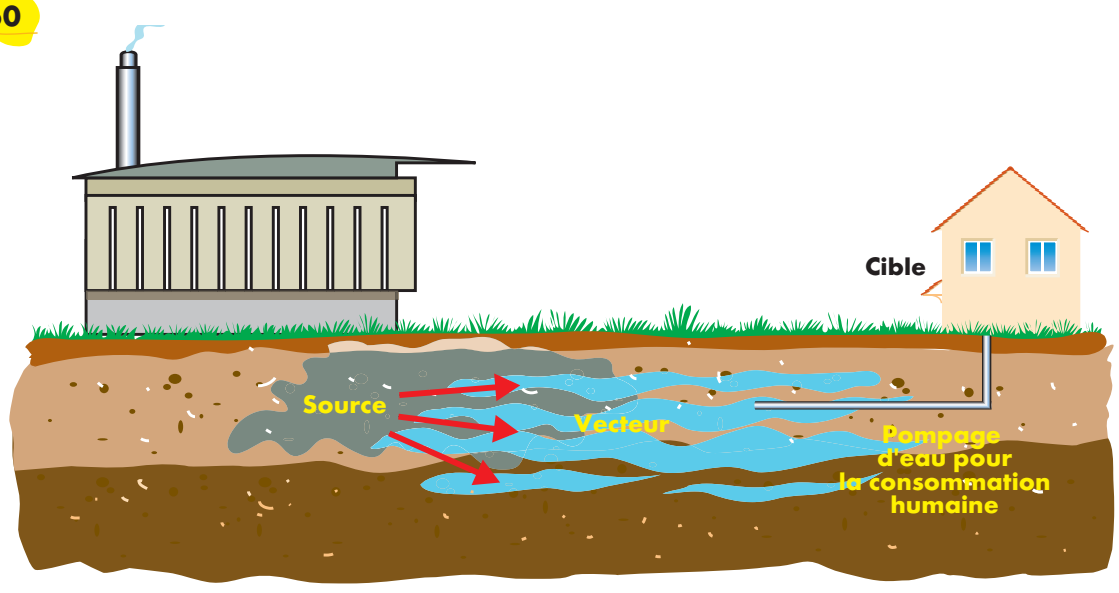
De plus, l'impact sur la santé humaine n'est pas nul puisqu'il existe un risque toxique lié soit à l'ingestion (par exemple ingestion de terre par les enfants), à la respiration de polluants gazeux (poussières contaminées), au contact cutané ou à la consommation d'eau dont la source est polluée (infiltration des polluants à travers le sol vers les nappes).


Compatibilité avec l'usage futur du site
Impact sur le milieu naturel
Impact sur la santé humaine
Objectifs de réhabilitation
TRAITEMENT

Il peut arriver que la présence de polluants dans le sol n'ait aucun impact sur la santé humaine ni sur l'environnement ; dans ce cas, aucune mesure de dépollution particulière ne sera prise.

Les principaux axes de la politique française en matière de gestion des sites pollués sont les suivants :

- **la prévention** afin que les sites actuellement en activité ne soient pas source d'une pollution des sols. Cette prévention se fait à l'aide des diagnostics et des évaluations des risques,
- **le traitement** des sites pollués ; ce traitement est adapté à l'usage que l'on va faire du site ; le traitement n'est alors envisagé que si l'état n'est pas acceptable c'est-à-dire s'il y a un éventuel impact sur le milieu naturel, sur la santé humaine ou encore s'il y a incompatibilité avec l'usage futur,
- **la connaissance** de tous les risques éventuels engendrés par un site ; pour cela des inventaires de sites pollués sont réalisés (***se référer à la fiche repère page* 58**).



SCHEMA RECAPITULATIF DES PARAMETRES À CONSIDERER POUR L'ELABORATION DE L'ESR

Tous ces paramètres aboutissent à une hiérarchisation des sols en trois catégories :

- les sols **banalisables** ne nécessitent pas de contraintes d'usage,
- les sols **mis sous surveillance** avec un contrôle particulier pour les eaux souterraines (réseau de piézomètres),
- les sols nécessitant des **investigations approfondies**.

Pour cette dernière catégorie de sols, une évaluation détaillée des risques est nécessaire (***se référer ci-dessous***).

2.3. L'EVALUATION DETAILLEE DES RISQUES (EDR)

L'**E**valuation **D**étaillée des **R**isques (EDR) permet, à partir de tous les critères pris en compte dans l'ESR, d'évaluer les niveaux de risques par rapport aux cibles identifiées, à savoir l'homme et la ressource en eau (nappes, rivières) qui sont les cibles principales, les écosystèmes (faune et flore), ainsi que la protection des biens.
Cette étude comprend :

- l'identification des cibles à protéger,
- la caractérisation des sources de pollution et des voies de transfert,
- la modélisation des transferts (diffusion de la pollution dans le sol et les eaux) et des expositions des personnes vivant sur le site ou à proximité,
- une étude historique et documentaire.

A l'issue de l'EDR, si et seulement si les risques sont jugés inacceptables, un traitement doit être accompli ou l'usage futur du site doit être revu.

L'EDR comme l'ESR doit être réalisée en concertation avec l'exploitant, un expert et l'Inspection des installations classées. Toutefois, la réalisation de telles études est longue et coûteuse.
En parallèle, le préfet doit prescrire, si nécessaire, des **mesures d'urgence** afin de limiter l'exposition de l'homme et de l'environnement aux risques ; pour cela il peut imposer :

- l'élimination des déchets dangereux,
- le pompage de nappe,
- la mise en sécurité du site (clôture, restriction d'accès...).

Les traitements

Pour le traitement des sols, il existe deux stratégies de réduction du risque. La première se fait par **élimination des voies de transfert**, c'est-à-dire en utilisant les techniques de confinement, de stabilisation ou encore de solidification ; tandis que la seconde s'effectue par **élimination des substances polluantes** à l'aide d'installations extérieures d'élimination, du traitement thermique, de la volatilisation mais aussi du traitement microbiologique.

Le choix d'une technique de décontamination dépend des critères techniques (nature du polluant, nature du sol), des critères économiques (approche coût/bénéfice) ainsi que des critères de temps (cas d'urgence ou non).

Les techniques de décontamination ont pour objectif de traiter des produits ou des résidus constituant des sources de pollution, afin d'en diminuer voire supprimer le caractère polluant et ainsi réhabiliter le site.

1 LES DIFFERENTES CATEGORIES DE TRAITEMENT

Généralement on classe les traitements visant à dégrader la pollution en trois catégories :

les traitements physico-chimiques :

- *lavage de sol* : cette technique permet d'extraire les polluants (minéraux ou organiques) présents dans un sol, à l'aide d'un liquide (eau, solvants...). Les polluants sont ensuite concentrés dans un liquide ; ce dernier subit un traitement permettant d'obtenir un liquide de lavage propre ainsi que des boues contenant les polluants. Les boues sont stockées et envoyées en enfouissement.
- *Stabilisation* : ce traitement consiste à mélanger les sols pollués avec des réactifs, qui fixent les substances polluantes (minérales ou métaux lourds) dans une matrice solide : ainsi la migration des polluants vers le milieu naturel (eau, sol...) est limitée.

les traitements thermiques : ils consistent à dégrader par voie thermique les polluants organiques d'un sol. Le sol est chauffé dans un four, afin d'extraire les substances polluantes sous forme d'un flux gazeux : c'est ce que l'on appelle la désorption. Ce gaz chargé en polluant est ensuite traité dans un four postcombustion le plus souvent.

les traitements biologiques : cette technique vise à dégrader les substances polluantes organiques contenues dans un sol grâce à l'action de micro-organismes. On peut également avoir recours à d'autres biotechnologies, telle que la phytoremédiation ; cette technique consiste à dépolluer le sol en utilisant une plante. En effet, certains végétaux peuvent accumuler ou encore transformer des éléments comme les métaux lourds, les hydrocarbures ou encore les composés radioactifs.

La depollution des nappes souterraines :

Une pollution des sols peut induire une pollution des nappes d'eau souterraines ; si tel est le cas, des traitements doivent être envisagés afin que cette eau soit consommée par l'homme en toute sécurité.
Comme pour le traitement des sols, il existe différents procédés de décontamination des eaux souterraines :

le traitement sur site :

- les polluants flottant à la surface de la nappe peuvent être pompés de facon sélective : il s'agit de l'**écrémage**. Cette technique est utilisée pour traiter les pollutions aux hydrocarbures courants, notamment tous les carburants,
- les procédés biologiques consistent à activer la **bio-dégradation**, soit en rendant l'environnement souterrain plus propice (oxygénation, apport de nutriments), soit en introduisant des bactéries supplémentaires,
- les procédés physico-chimiques modifient l'état de la pollution ; le polluant est transféré en phase gazeuse ou transformé en une forme moins toxique ou moins soluble.

le traitement hors site :

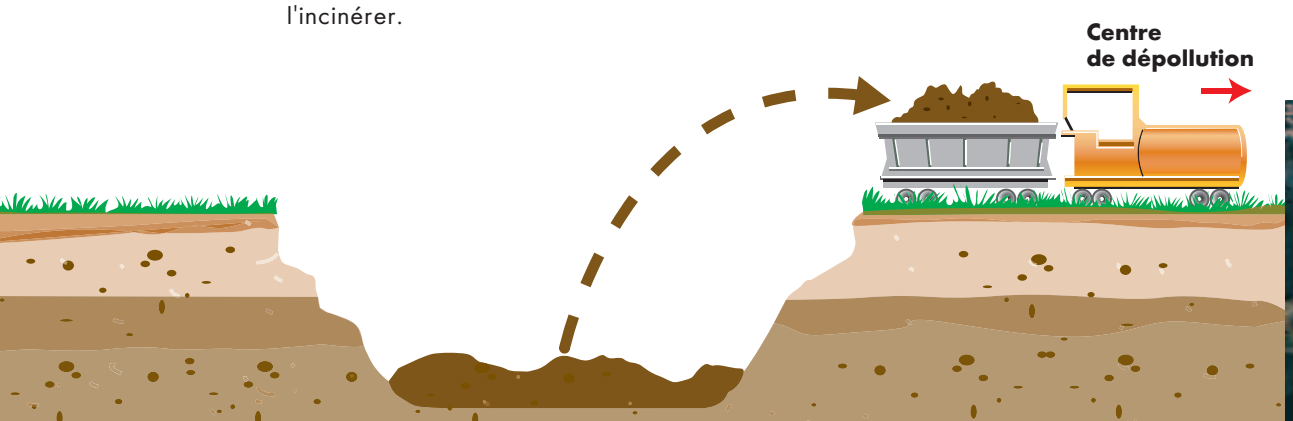
- le **stripping** consiste à transférer le polluant de la phase aqueuse vers la phase gazeuse ; il existe de nombreuses techniques pour mettre en œuvre ce procédé,
- l'eau contaminée peut également être **filtrée** soit sur du **charbon actif** (polluant adsorbé à la surface du filtre), soit sur des **réacteurs biologiques** (pollution dégradée par des bactéries en culture).

Les techniques présentées ci-contre sont citées à titre d'exemple et ne sont pas exhaustives.
Pour de plus amples informations à ce sujet, se référer à l'étude interagences n°36 «**Décontamination des nappes, état de l'art**» (Agences de l'eau - Ministère de l'Environnement - BURGEAP, 1994).
Ce document est disponible en ligne : **www.eau-rhin-meuse.fr**

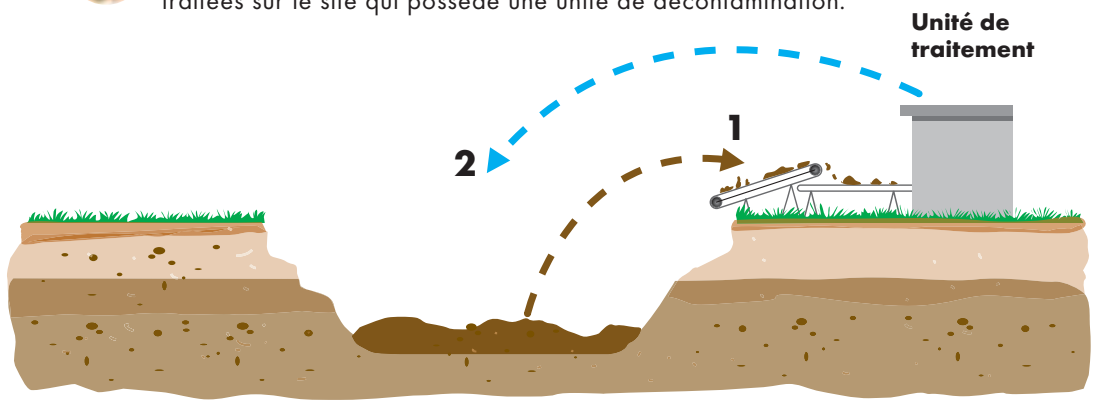
2 Les procedes de depollution

Quelle que soit la catégorie de traitement employée, cela peut s'effectuer hors site, sur site, in situ ou encore par confinement.

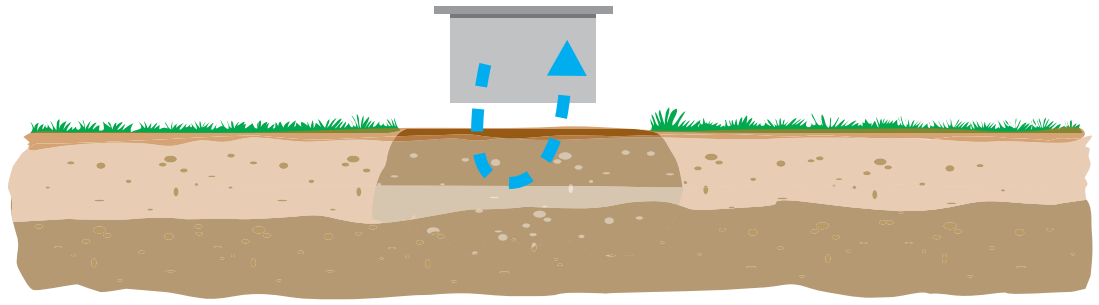
Le traitement hors site consiste à évacuer les terres, déchets et eaux polluées pour les acheminer vers un centre de dépollution. Lorsque la pollution est trop difficile à traiter la solution ultime consiste à décaper la couche de terre polluée et à l'enfouir en CET I **(*se référer au chapitre sur les déchets, page 39*)** ou à l'incinérer.



Le traitement sur site implique aussi l'excavation des terres mais celles-ci sont traitées sur le site qui possède une unité de décontamination.



Le traitement in situ se réalise sur le site sans bouger les terres polluées ; pour cela, on pratique des extractions, stabilisations ou encore des dégradations.



Le confinement empêche la migration des polluants grâce à des barrières étanches : le lessivage des sols vers les nappes et les rivières est ainsi évité. Cette barrière peut simplement être constituée d'un ajout de 30 centimètres de terres végétales.

De nombreuses informations sont disponibles sur les sites suivants :
- le pôle de compétence **S**ites et **S**édiments **P**ollués : **www.polessp.org**
- le **G**roupement d'**I**ntérêt **S**cientifique sur les **F**riches **I**ndustrielles : **www.gisfi.prd.fr**
- le **C**entre **N**ational de **R**echerche sur les **S**ites et **S**ols **P**ollués : **www.cnrssp.org**
- le **B**ureau de **R**echerche **G**éologiques et **M**inières : **www.brgm.fr**
- l'**U**nion **P**rofessionnelle des entreprises de **D**épollution de **S**ites : **www.upds.org**